

Pengukuran unjuk kerja motor bakar bensin kendaraan bermotor kategori L



© BSN 2010

Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang menyalin atau menggandakan sebagian atau seluruh isi dokumen ini dengan cara dan dalam bentuk apapun dan dilarang mendistribusikan dokumen ini baik secara elektronik maupun tercetak tanpa izin tertulis dari BSN

BSN
Gd. Manggala Wanabakti
Blok IV, Lt. 3,4,7,10.
Telp. +6221-5747043
Fax. +6221-5747045
Email: dokinfo@bsn.go.id
www.bsn.go.id

Diterbitkan di Jakarta

Daftar isi

Daftar isi	i
Prakata	ii
1 Ruang Lingkup.....	1
2 Istilah dan Definisi.....	1
3 Akurasi pengukuran torsi dan daya pada beban penuh	1
4 Cara Uji.....	2
5 Faktor koreksi daya dan torsi.....	6
6 Laporan pengujian	8
7 Toleransi pengukuran torsi maksimum dan daya maksimum.....	10
Lampiran A Informasi karakteristik esensial tipe mesin.....	11
Lampiran B Contoh format sertifikat pengujian torsi dan daya bersih maksimum mesin sepeda motor	12

Prakata

Standar Nasional Indonesia (SNI), *"Pengukuran unjuk kerja motor bakar bensin kendaraan bermotor kategori L"*, merupakan standar baru. Standar ini disusun untuk memenuhi kebutuhan standarisasi pengujian di Indonesia, khususnya dalam hal ini adalah uji unjuk kerja mesin kategori L, atau sepeda motor, yang bertujuan mendapatkan nilai torsi dan daya mesin kendaraan motor bakar.

Standar ini merupakan adopsi yang tidak sepenuhnya dari *ECE no. 95/1: Maximum Design speed, maximum torque and maximum net engine power (two or three-wheel motor cycle)*, khususnya *appendiks 2* yaitu *"Determination of the maximum torque and maximum net power of spark-ignition for motor cycles and tricycles"*.

Standar ini disusun Panitia Teknis 43-01, Rekayasa Kendaraan Jalan Raya, Direktorat Industri Alat Transportasi Darat dan Kedirgantaraan – IATDK, Departemen Perindustrian, tahun anggaran 2007, yang telah dibahas dalam rapat konsensus pada tanggal 29 Nopember 2007 di Jakarta yang dihadiri oleh wakil dari produsen, konsumen, lembaga penelitian dan instansi terkait lainnya.



Pengukuran unjuk kerja motor bakar bensin kendaraan bermotor kategori L

1 Ruang lingkup

Standar ini berlaku bagi kendaraan bermotor roda dua (sepeda motor) atau tiga; kategori L; dan pengapian positif (cetus api; motor bakar bensin).

2 Istilah dan definisi

2.1

daya bersih

daya yang didapatkan melalui pengujian yang diukur pada ujung poros engkol atau komponen yang setara pada putaran mesin yang sesuai dengan asesoris sebagaimana tercantum pada Tabel 1. Jika pengukuran daya dilakukan dengan suatu *gearbox*, efisiensi *gearbox* harus diperhitungkan

2.2

daya bersih maksimum

daya bersih yang tertinggi pada beban penuh

2.3

torsi

torsi yang terukur pada kondisi yang tercantum pada sub pasal 3.1

2.4

torsi maksimum

nilai torsi tertinggi yang terukur pada beban penuh

2.5

asesoris

peralatan yang tercantum pada Tabel 1

3 Akurasi pengukuran torsi dan daya pada beban penuh

3.1 Torsi $\pm 1\%$ dari torsi yang terukur¹.

CATATAN ¹ Sistem pengukuran torsi harus dikalibrasi untuk memperhitungkan rugi-rugi gesek. Akurasi pada level daya kurang dari 50% nilai maksimum boleh sebesar $\pm 2\%$. Pada semua kondisi akurasi haruslah $\pm 1\%$ dari torsi maksimum

3.2 Putaran mesin

Pengukuran harus akurat dalam rentang $\pm 1\%$.

3.3 Konsumsi bahan bakar $\pm 1\%$ dari konsumsi terukur.

SNI 7552:2010

3.4 Temperatur udara masuk mesin ± 1 K.

3.5 Tekanan barometrik ± 70 Pa.

3.6 Tekanan pada pipa gas buang dan rugi tekanan udara masuk ± 25 Pa.

4 Cara uji

4.1 Asesoris

4.1.1 Asesoris yang harus dipasang

Selama pengujian asesoris yang diperlukan untuk menjalankan mesin dalam aplikasi yang dimaksud (mengacu pada Tabel 1) harus dipasang pada bangku uji sebisa mungkin pada posisi yang sesuai dengan aplikasi mesin.

4.1.2 Asesoris yang dilepas

Asesoris tertentu yang hanya diperlukan untuk operasional kendaraan, harus dilepas pada saat pengujian. Jika asesoris tersebut tidak bisa dilepas, maka daya yang diserap oleh asesoris pada kondisi tanpa beban harus ditentukan dan ditambahkan pada daya terukur.

Tabel 1 - Asesoris yang diikutkan dalam pengujian untuk menentukan torsi dan daya mesin maksimum

No.	Asesoris
1	Sistem hisap <ul style="list-style-type: none"> • Inlet manifold • <i>Filter</i> udara, <i>silencer</i> hisap • Sistem kontrol emisi <i>crankcase</i>, alat pembatas kecepatan • Peralatan kontrol kelistrikan (jika terpasang)
2	Pemanas <i>manifold</i> hisap
3	Sistem gas buang <ul style="list-style-type: none"> • <i>Manifold</i> gas buang • Perpipaan¹ • <i>Silencer</i>¹ • Pipa gas buang¹ • <i>Supercharger</i>, peralatan kontrol kelistrikan (jika terpasang)
4	Pompa bahan bakar
5	Karburator
6	Peralatan injeksi bahan bakar <ul style="list-style-type: none"> • <i>Prefilter</i> • <i>Filter</i> • Pompa • Jalur tekanan tinggi • Injektor • <i>Flap inlet</i> udara²

Tabel 2 – (lanjutan)

7	Peralatan pendingin cair ³ <ul style="list-style-type: none"> • Penutup mesin • Kipas radiator^{4 5} • Cowl kipas • Pompa air • <i>Termostat</i>⁶
8	Pendingin udara <ul style="list-style-type: none"> • <i>Cowl</i> • <i>Blower</i> • Peralatan pengatur temperatur
9	Peralatan kelistrikan ⁷
10	Peralatan supercharging <ul style="list-style-type: none"> • kompresor yg digerakkan langsung oleh mesin dan atau gas buang • <i>intercooler</i> • pompa coolant atau kipas (digerakkan oleh mesin) • peralatan kontrol aliran <i>coolant</i>
11	Pendingin pelumas
12	Peralatan pembatas polusi
13	Sistem pelumasan <ul style="list-style-type: none"> • Pengumpan pelumas (<i>oil feeder</i>)

CATATAN

¹ Jika sulit untuk menggunakan sistem gas buang standar maka suatu sistem gas buang yang menghasilkan rugi yang setara boleh dipasang dengan persetujuan pihak manufaktur. Dalam pengujian laboratorium saat mesin dijalankan sistem pengambilan gas buangnya tidak boleh menyebabkan beda tekanan sebesar ± 740 Pa (7,40 mbar) terhadap tekanan atmosfer, kecuali sebelum pengujian manufaktur telah menerima tekanan balik (*back pressure*) yang lebih tinggi.

² Flap inlet udara haruslah yang untuk mengontrol regulator pompa injeksi pneumatik

³ Radiator, kipas, mosel kipas, pompa air dan termostat harus ditempatkan pada bangku uji sebisa mungkin menempati posisi relatif yang sama terhadap satu sama lain. Jika posisi tersebut berbeda dari keadaan di kendaraan, hal itu harus diterangkan dalam laporan

⁴ Jika kipas atau blower bisa dipisahkan (*disengaged*) dari mesin maka daya bersih mesin haruslah dinyatakan dengan kipas atau blower disengaged terlebih dahulu, kemudian diikuti dengan daya bersih mesin dengan kipas atau blower terpasang (*engaged*).

⁵ Jika kipas baik beroperasi secara listrik ataupun mekanik tidak dapat dipasang di bangku uji maka daya yang diserap oleh kipas tersebut harus ditentukan pada putaran yang sama dengan pada saat pengujian. Daya tersebut kemudian harus dikurangkan pada daya terkoreksi untuk menghasilkan daya bersih.

⁶ Termostat bisa dikunci pada posisi terbuka penuh.

⁷ output generator minimum: generator tersebut mensuplai arus yang hanya diperlukan untuk asesoris yang esensial bagi operasional mesin. Baterainya tidak boleh diisi selama pengujian.

SNI 7552:2010

4.2 Kondisi penyetelan

Kondisi penyetelan pada saat pengujian ini sebagaimana tertera pada Tabel 2.

Tabel 3 - Kondisi penyetelan

1	Penyetelan karburator	Disetel sesuai dengan spesifikasi produksi dari pabrik dan digunakan tanpa ada perubahan lagi untuk penggunaan tertentu
2	Penyetelan laju alir pada pompa injeksi	
3	Penyetelan pengapian atau <i>timing</i> injeksi (kurva pengapian)	

4.3 Kondisi Uji

4.3.1 Pengujian torsi dan daya maksimum harus dilakukan pada *throttle* terbuka penuh, dengan mesin dilengkapi asesoris sesuai Tabel 1.

4.3.2 Semua pengukuran harus dilakukan pada kondisi operasi yang normal, stabil dan dengan suplai udara segar yang cukup untuk mesin. Mesin harus telah dijalankan sesuai dengan rekomendasi pabrik. Ruang bakar boleh mengandung deposit, tapi dalam jumlah yang terbatas. Kondisi-kondisi pengujian semisal temperatur udara masuk harus dipilih sedekat mungkin dengan kondisi acuan (pasal 3) untuk meminimalkan faktor koreksi.

Kondisi minimum yang harus dipenuhi untuk instalasi sistem pendingin didefinisikan sebagai berikut:

- V_1 adalah kecepatan maksimum kendaraan
- V_2 adalah kecepatan maksimum aliran udara pada sisi kipas pendingin
- A adalah luas penampang aliran udara pendingin.

Jika

$$V_2 \geq V_1, \text{ dan } A \geq 0,25 \text{ m}^2$$

Maka kondisi minimum terpenuhi. Namun jika kondisi operasional mesin tidak mungkin distabilkan, maka cara lain sebagaimana diuraikan pada pasal 4 digunakan.

Jika $V_2 < V_1$, dan/atau $A < 0,25 \text{ m}^2$

- (a) Jika kondisi operasional mesin stabil maka metode ini bisa dijalankan.
- (b) Jika kondisi operasional mesin tidak bisa stabil:
 - (i) Jika $V_2 \geq 120 \text{ km/jam}$ dan $A \geq 0,25 \text{ m}^2$ maka instalasi sistem pendingin sudah memenuhi persyaratan minimum dan dalam hal ini temperatur pada suatu posisi di mesin yang dinyatakan oleh pabrikan harus dijaga pada t_{-20}^{+0} K dari temperatur acuan.

- (ii) Jika $V_2 < 120$ km/jam dan atau $A < 0,25$ m² maka instalasi sistem pendingin tidak memenuhi persyaratan minimum dan harus diperbaiki. Namun dalam hal ini pengujian bisa dilakukan dengan menggunakan metode sebagaimana diterangkan pada sub pasal 4.3.3.

4.3.3 Metode lain untuk melakukan pengujian adalah dengan cara memonitor temperatur ring busi, yang diukur dengan menggunakan termokopel dan *seal ring*. Temperatur ring busi tersebut harus dijaga sedemikian rupa sehingga berada pada temperatur yang dinyatakan oleh pabrikan ± 10 K. Jika pabrikan tidak menyatakan temperatur tersebut maka digunakan temperatur $483 \text{ K} \pm 10 \text{ K}$.

4.3.4 Temperatur udara ambien masuk mesin harus diukur pada posisi tidak lebih dari 0,15 m di depan titik masuk saringan udara; atau jika tidak menggunakan saringan udara maka tidak lebih dari 0,15 m di depan lubang udara masuk. Termometer atau termokopel harus dilindungi dari panas radiasi dan diletakkan langsung di aliran udara. Termokopel tersebut juga harus dilindungi dari cipratan balik bahan bakar.

4.3.5 Pengambilan data baru dilakukan setelah torsi, putaran mesin, dan temperatur telah stabil selama minimal 30 detik.

4.3.6 Putaran mesin selama pengukuran tidak boleh bervariasi melebihi $\pm 1\%$.

4.3.7 Data beban pengereman dan suhu udara masuk mesin harus diambil secara bersamaan.

4.3.8 Temperatur air pendingin pada sisi lubang keluaran dari mesin harus dijaga pada kisaran ± 5 K dari nilai batas yang dikontrol secara termostatis sebagaimana dinyatakan oleh pabrik. Jika tidak ada data dari pabrik maka gunakan temperatur 353 K (80°C) ± 5 K. Untuk mesin-mesin yang berpendingin udara, temperatur pada titik yang dinyatakan pabrik (misal ring busi) harus dijaga sehingga t_{-20}^{+0} K dari temperatur maksimum pada kondisi standar.

4.3.9 Temperatur bahan bakar harus diukur pada lubang masukan karburator atau sistem injeksi dan dijaga dalam batasan yang ditetapkan oleh pabrikan.

4.3.10 Temperatur pelumas, diukur pada *crankcase* atau pada lubang keluaran pendingin pelumas, jika dipasang, harus terletak dalam batasan yang ditetapkan oleh pabrikan.

4.3.11 Temperatur gas buang harus diukur pada sudut tegak lurus terhadap *flange* gas buang, *manifold*, atau *orifice*.

4.3.12 Jika peralatan otomatis digunakan untuk mengukur kecepatan mesin dan konsumsi, bahan bakar maka pengukuran harus berlangsung hingga minimum selama 10 detik. Jika peralatan tersebut dikontrol secara manual, maka harus diukur minimum selama 20 detik.

4.3.13 Bahan bakar haruslah yang tersedia di pasar secara komersial dan tidak ditambah aditif lagi.

SNI 7552:2010

4.3.14 Jika tidak memungkinkan untuk menggunakan *silencer* gas buang standar, maka suatu peralatan yang sesuai dengan kondisi operasi normal mesin harus digunakan, dan ditentukan oleh pabrikan. Khususnya dalam pengujian laboratorium ketika mesin dihidupkan, ekstraktor gas buang tidak boleh, pada titik dimana sistem gas buang dihubungkan dengan bangku uji, menimbulkan tekanan gas buang di dalam saluran yang berbeda lebih dari ± 740 Pa (7,4 mbar) dari tekanan atmosfer, kecuali pabrikan secara sengaja menentukan tekanan balik tersebut sebelum pengujian; dalam hal ini tekanan yang paling rendah diantara dua tekanan tersebut yang akan digunakan.

4.4 Pengujian

Pengujian harus dilakukan pada beberapa putaran mesin yang cukup banyak sehingga bisa ditentukan kurva daya secara benar antara kecepatan terendah hingga tertinggi sesuai dengan yang direkomendasikan oleh pabrikan. Rentang putaran mesin tersebut harus sudah termasuk di dalamnya putaran dimana terjadi daya maksimum.

4.5 Data yang direkam

Data yang direkam sebagaimana tersebut dalam Lampiran A.

5 Faktor koreksi daya dan torsi

5.1 Definisi faktor α_1 dan α_2

Yaitu faktor-faktor yang harus dikalikan pada nilai torsi dan daya terukur untuk menentukan torsi dan daya mesin dengan memasukkan efisiensi transmisi (α_2) pada saat pengujian, dan untuk menjadikan torsi dan daya tersebut masuk dalam rentang kondisi atmosferik standar sebagaimana disebutkan dalam sub pasal 5.2.1 (α_1).

Persamaan koreksi daya tersebut adalah sebagai berikut:

$$P_o = \alpha_1 \times \alpha_2 \times P$$

dimana:

P_o adalah daya terkoreksi (setara dengan daya pada kondisi atmosferik standar dan di ujung poros engkol mesin)

α_1 adalah faktor koreksi atmosferik

α_2 adalah faktor koreksi efisiensi transmisi

P adalah daya terukur

5.2 Kondisi atmosferik

5.2.1 Kondisi atmosferik standar

5.2.1.1 Temperatur standar (T_o) adalah 298 K (25°C)

5.2.1.2 Tekanan kering standar adalah 99 kPa

5.2.2 Kondisi atmosferik pengujian

Selama pengujian kondisi atmosferik harus terletak dalam nilai-nilai berikut

5.2.2.1 Temperatur pengujian (T) adalah $283\text{ K} < T < 318\text{ K}$

5.3 Penentuan faktor-faktor koreksi

5.3.1 Penentuan faktor α_2

Jika titik pengukuran adalah sisi output poros engkol (*crankshaft*) maka faktor ini sama dengan 1. Jika tidak, maka faktor ini dihitung berdasarkan rumus:

$$\alpha_2 = \frac{1}{\eta_t}$$

dimana η_t adalah efisiensi transmisi yang terletak antara poros engkol dan titik pengukuran.

Efisiensi ini ditentukan melalui hasil perkalian dari masing-masing efisiensi komponen sistem transmisi, η_j :

$$\eta_t = \eta_1 \times \eta_2 \times \dots \times \eta_j$$

Keterangan:

η_t adalah Efisiensi transmisi

Efisiensi η_j masing-masing komponen transmisi diberikan pada Tabel 3 berikut.

Tabel 4 - Efisiensi komponen transmisi

Transmisi	Tipe	Efisiensi
Gear wheel	Spur gear	0,98
	Helical gear	0,97
	Bevel gear	0,96
Rantai	Roller	0,95
	Silent	0,98
Sabuk (belt)	Cogged	0,95
	Vee	0,94
Kopling atau konverter hidrolik	Kopling hidrolik	0,92
	Konverter hidrolik	0,92

5.3.2 Penentuan Faktor α_1

5.3.2.1 Definisi besaran fisik T, P_s untuk faktor koreksi α_1

T adalah temperatur absolut dari udara yang dihisap.

P_s adalah tekanan atmosferik kering dalam kPa; yaitu tekanan barometrik total dikurangi tekanan uap air.

SNI 7552:2010

5.3.2.2 Faktor α_1

Faktor koreksi α_1 diperoleh dari persamaan berikut:

$$\alpha_1 = \left(\frac{99}{P_s} \right)^{1,2} \cdot \left(\frac{T}{298} \right)^{0,6}$$

Persamaan tersebut hanya berlaku jika $0,93 < \alpha_1 < 1,07$. Jika nilai batas tersebut terlampaui maka nilai terkoreksi yang diperoleh harus disebutkan, dan kondisi pengujian (temperatur dan tekanan) disebutkan dalam laporan pengujian.

6 Laporan pengujian

Laporan pengujian harus mengandung hasil dan seluruh perhitungan yang diperlukan untuk mendapatkan torsi maksimum dan daya bersih maksimum, sebagaimana disebutkan dalam Lampiran B dan juga karakteristik mesin sebagaimana disebutkan dalam Lampiran A.

Disamping itu laporan pengujian harus memuat data berikut:

Kondisi Pengujian	
Tekanan-tekanan terukur pada daya maksimum	
Tekanan barometrik:	kPa
Tekanan uap:	kPa
Tekanan gas buang:	kPa
Rugi tekanan inlet:	kPa

Temperatur-temperatur terukur pada daya maksimum

Temperatur udara masuk:	K
Temperatur cairan pendingin pada sisi lubang keluaran mesin:	K
Temperatur pada titik acuan dalam hal pendinginan udara:	K
Temperatur pelumas:	K (sebutkan titik pengukuran)
Temperatur bahan bakar pada karnurator/ intake pompa injeksi:	K

Temperatur bahan bakar pada peralatan pengukur konsumsi bahan bakar: K

Temperatur gas buang, diukur pada titik yang bersebelahan dengan *flange* lubang keluaran dari manifold gas buang: K

Karakteristik Dinamometer

Merek:

Tipe:

Bahan bakar

Merek:

Spesifikasi:

Aditif anti-knock (timbang, dsb.)

Tipe:

Kandungan dalam mg/ltr:

Bilangan Oktan

RON:

MON:

Densitas relatif: pada 15 °C pada 4 °C

Nilai kalor: kJ/kg

Pelumas

Merek:

Spesifikasi:

Tingkat viskositas SAE:

Tabel 5 - Rincian hasil pengukuran unjuk kerja mesin

Putaran mesin, rpm	
Putaran dinamometer, rpm	
Gaya rem dinamometer, N	
Torsi terukur pada poros engkol, Nm	
Daya terukur, kW	
Kondisi pengujian	Tekanan barometrik, kPa
	Temperatur udara yang dihisap, K
Tekanan uap air, kPa	
Faktor koreksi atmosferik α_1	
Faktor koreksi mekanik α_2	
Torsi terkoreksi pada poros engkol, Nm	
Daya terkoreksi, kW	
Konsumsi bahan bakar spesifik, g/kWh	
Temperatur pendinginan mesin, K	
Temperatur pelumas pada titik pengukuran, K	
Temperatur gas buang, K	
Temperatur udara setelah <i>supercharger</i> , K	
Tekanan setelah <i>supercharger</i> , kPa	

7 Toleransi pengukuran torsi maksimum dan daya maksimum

Torsi maksimum dan daya bersih maksimum dari mesin sebagaimana ditentukan oleh pihak penguji boleh berbeda dari nilai yang dinyatakan oleh pabrikan sebesar $\pm 5\%$ jika daya yang diukur ≤ 11 kW dan $\pm 2\%$ jika daya terukur > 11 kW; dengan toleransi sebesar 1,5 % untuk putaran mesin.

Lampiran A
(informatif)
Informasi karakteristik esensial tipe mesin

1. Merek:
2. Tipe:
3. Kategori kendaraan:
4. Nama dan alamat pabrikan:
5. Nama dan alamat perwakilan resmi pabrikan:
6. Karakteristik mesin
 - 6.1. Siklus operasi: *spark/* kompresi; empat/ dua langkah
 - 6.2. Bore: mm
 - 6.3. Stroke: mm
 - 6.4. Kapasitas silinder: cm³
 - 6.5. Rasio kompresi
 - 6.6. Kecepatan iddle: rpm
 - 6.7. Daya luaran bersih maksimum: kW pada: rpm
 - 6.8. Torsi bersih maksimum: Nm pada rpm
 7. Bahan bakar: bensin/ solar/ LPG/ campuran/ lainnya:
 8. Suplai bahan bakar:
 - 8.1. Melalui karburator: ya/ tidak
 - 8.1.1. Merek:
 - 8.1.2. Tipe:
 - 8.1.3. Jumlah:
 - 8.1.4. Sistem starting dingin
 - 8.2. Menggunakan sistem injeksi (ya/ tidak)
 - 8.2.1. Prinsip operasi: induksi kedalam manifold hisap (*single / multi point*) / injeksi langsung:
 - 8.2.2. Merek pompa injeksi:
 - 8.2.3. Tipe pompa injeksi:
 - 8.2.4. Tekanan membuka: kPa
 - 8.2.5. Sudut injeksi:
 - 8.2.6. Sistem start dingin:
 - 8.3. Pompa bahan bakar: ya/ tidak
9. Sistem pendinginan (udara/ air)
10. Supercharging (ya/ tidak)
11. Sistem hisap:

Maksimum *valve lift*, sudut buka dan tutup katup masuk:
12. Peralatan anti polusi:
13. Temperatur yang diijinkan oleh pabrikan:

Temperatur maksimum pada lubang keluaran: (jika air)

Temperatur maksimum pada titik acuan: (jika udara); sebagai titik acuan adalah
14. Sistem pelumasan (pompa/ injeksi/ campur dengan bahan bakar dan lain-lain)

Presentase pelumas yang dicampur dengan bahan bahan bakar:

Pendingin pelumas (ya/ tidak)

Lampiran B
(informatif)
**Contoh format sertifikat pengujian torsi
dan daya bersih maksimum mesin sepeda motor**

NAMA BADAN YANG BERWENANG

Laporan No. / Laboratorium Uji/ Tanggal

Merek kendaraan:

Tipe:

Nama dan alamat pabrikan:

Nama dan alamat perwakilan resmi pabrikan:

Tanggal penyerahan kendaraan untuk pengujian:

Torsi maksimum : Nm pada rpm

Daya bersih maksimum ; kW pada rpm

Kota:

Tanggal:

Tandatangan









BADAN STANDARDISASI NASIONAL - BSN
Gedung Manggala Wanabakti Blok IV Lt. 3-4
Jl. Jend. Gatot Subroto, Senayan Jakarta 10270
Telp: 021- 574 7043; Faks: 021- 5747045; e-mail : bsn@bsn.go.id